

SUOMENHEVOSTEN ASKEL- JA HYPPYOMINAISUUKSIEN PERIYTYVYYS

Aino Aminoff

Maisterintutkielma

Helsingin yliopisto

Maataloustieteiden laitos

Kotieläinten jalostustiede

2017

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos/Institution– Department Maataloustieteiden laitos	
Tekijä/Författare – Author Aino Aminoff			
Työn nimi / Arbetets titel – Title Suomenhevosten askel- ja hyppyominaisuuksien periytyvyys			
Oppiaine /Läroämne – Subject Kotieläinten jalostustiede			
Työn laji/Arbetets art – Level Maisterintutkielma	Aika/Datum – Month and year Tammikuu 2017	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 37	
<p>Tiivistelmä/Referat – Abstract</p> <p>Tämän tutkimuksen tavoitteena oli arvioida suomenhevosten askel- ja hyppyominaisuuksien periytymisasteita sekä ominaisuuksien välisiä geneettisiä- ja fenotyypisiä korrelaatioita. Vastaavaa tutkimusta ei ole suomenhevosten osalta tehty aiemmin, vaan tutkimukset olivat käsitelleet puoliveristen ratsuhevosten suorituskyykyominaisuuksien periytymistä.</p> <p>Tutkimuksessa käytetty suomenhevosten sukupuu sekä tulokset suomenhevosten laatuarvostelutapahtumista saatiin Suomen Hippos ry:ltä. Sukupuuaineisto sisälsi kaikki rekisteröidyt suomenhevoset, yhteensä 81 403 hevosta vuosilta 1864–2014. Laatuarvosteluaineisto rajattiin koskemaan 3-vuotiaiden karsintatuloksia; se sisälsi 656 hevosen tulokset vuosilta 2007–2014. Tutkittavat askelominaisuudet olivat käynti, ravi ja laukka ja hyppyominaisuudet olivat hyppykyky, hyppytekniikka sekä luonne ja yhteistyöhalukkuus.</p> <p>Varianssikomponenttien arvioitiin käytettiin DMU-ohjelmaa ja restricted maximum likelihood (REML) -menetelmää. Periytymisasteiden arvioiksi saatiin askelominaisuuksille 0,09–0,24 ja esteominaisuuksille 0,11–0,13. Periytymisasteiden arvioiden keskivirheet olivat melko korkeita aineiston pienen koon vuoksi. Suurimmat geneettiset korrelaatiot saatiin ravin ja käynnin välille (0,99) sekä tekniikan ja hyppykyvyn välille (0,99). Pienin geneettinen korrelaatio oli käynnin ja hyppykyvyn välillä (0,02.)</p> <p>Suomenhevosten askel- ja hyppyominaisuuksien periytymisasteet ovat tämän tutkimuksen perusteella melko matalia, ja sen vuoksi näiden ominaisuuksien jalostaminen on hankalaa. Eräiden ominaisuuksien välisistä korkeista geneettisistä korrelaatioista voidaan päätellä, että näiden ominaisuuksien kohdalla on saatettu todellisuudessa arvioida samaa ominaisuutta tai niihin vaikuttavat samat geenit. Askel- ja hyppyominaisuuksien väliset geneettiset yhteydet ovat laukkaa lukuun ottamatta matalia.</p> <p>Tämän tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää suomenhevosten askel- ja hyppyominaisuuksien laatuarvostelukäytäntöjen parantamisessa sekä mahdollisen kansallinen BLUP-pohjaisen jalostusarvostelun kehittämisessä.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Suomenhevonon, askellajit, esteominaisuudet, geneettinen korrelaatio			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Maataloustieteiden laitos ja Viikin kampuskirjasto			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information Työn ohjasi Pekka Uimari			

Sisällys

Sisällys.....	1
1 JOHDANTO	4
2 KATSAUS KIRJALLISUUTEEN	5
2.1 Suomenhevonen.....	5
2.1.1 Suomenhevosen historiaa	5
2.1.2 Rotumääritelmä	6
2.2 Laatuarvostelu	7
2.3 Suorituskykyominaisuuksien periytyvyys.....	9
3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	13
4 AINEISTO JA MENETELMÄT	13
4.1 Sukupuuaineisto.....	13
4.2 Laatuarvosteluaineisto	14
4.3 Tilastolliset menetelmät.....	15
4.4 Mallit.....	16
5 TULOKSET	17
5.1 Keskiarvot ja hajonnat	17
5.2 Kiinteiden tekijöiden vaikutus.....	18
5.2.1 Sukupuolen vaikutus.....	18
5.2.2 Testauspaikan vaikutus.....	21
5.2.3 Syntymävuodenajan vaikutus.....	26
5.3 Periytymisasteiden arviot	26
5.4 Geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot.....	28
5.5 Jalostusarvojen keskiarvot.....	29
6. TULOSTEN TARKASTELU	31
7. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	35
LÄHDELUETTELO	36

1 JOHDANTO

Vuonna 2013 Suomessa oli 75 000 hevosta, joista suomenhevosiä oli 19 600. Viimeisen vuosikymmenen aikana Suomenhevosten määrä ja taso on ollut hyvässä nousussa 1950- ja 1960-luvuilla tapahtuneen maanviljelyn koneellistumisesta ja puunhankinnan teollistumisesta johtuvan kannan romahduksen jälkeen. Suomenhevonen on monipuolinen yleishevonen, jolla on omat kantakirjansa niin ratsu-, ravi-, työ-, kuin pienhevosillekin. Suurin osa (75 %) suomenhevosista on ravihevosia (Saastamoinen 2007). Suomenhevonen on maailman nopeimpia kylmäverisiä ravihevosia, kilometriennätyksellä 1.19,9. Suomenhevosille on omia lähtöjä ravikilpailuissa, suurin suomenhevosten ravitapahtuma on kuninkuusravit, joita seuraa vuosittain n. 50 000 katsojaa (Saastamoinen 2007).

Ratsusuuntaisia hevosia käytetään esteratsastuksessa, kouluratsastuksessa, kenttäratsastuksessa, valjakkoajossa sekä matkaratsastuksessa. Suomenhevosille on myös omia luokkia ratsastuskilpailuissa. Suomenhevosella on myös erittäin vankka asema turvallisenä ja luotettavana harrasteratsuna ja opetushevosena.

Hevosten käyttö maa- ja metsätöihin on vähentynyt lähes olemattomiin 1960-luvun jälkeen. Nykyisin työsuuntaisia suomenhevosia käytetään lähinnä harrastustarkoituksiin sekä pienimuotoisesti herkästi vaurioituvien metsäalueiden kuten puistojen hoitamiseen. Työhevuskantakirjaan hyväksytään vuosittain muutamia oriita (Saastamoinen 2007). Pienhevosia, joiden säkäkorkeus on alle 148 cm, rekisteröidään kantakirjaan vain muutamia vuosittain. Pienhevosia käytetään sekä ratsu- että ravihevosina ja ne saavat myös osallistua ratsastuksessa ja valjakkoajossa poneille tarkoitettuihin luokkiin (Saastamoinen 2007).

Hevosten laatua voidaan arvioida monilla eri mittareilla, hevosen käyttötarkoituksesta riippuen. Suomenhevosella on monipuolisena hevosena useita käyttömuotoja. Ravihevosen paremmuutta voidaan arvioida juoksunopeuden perusteella ja työhevosia vetokyvyn. Ratsuilla on omat

arviointikriteerinsä. Suomenhevosten askel- ja hyppyominaisuuksien laatuarvostelussa arvioidaan hevosen liikkeitä ja hyppykykyä. Elastiset ja tasapainoiset askellajit ovat ratsuhevoselle tärkeitä ominaisuuksia ja ne helpottavat hevosen kouluttamista kouluratsastusta varten. Askellajeja arvostellaan myös erillisissä kilpailuissa. Laatuarvostelun tulosten perusteella voidaan tehdä päätelmiä hevosen sopivuudesta kilpailukäyttöön, lisäksi niistä saadaan arvokasta tietoa jalostusvalinnan tueksi.

Tässä tutkielmassa on paneuduttu nuorille ratsusuuntaisille suomenhevosille järjestettävän laatuarvostelun tuloksiin. Aihe on rajattu käsittelemään erityisesti laatuarvostelukarsintatuloksia 3-vuotiaiden ratsujen osalta, koska niistä oli eniten tietoja käytettävissä. Tutkielma on tehty, jotta saadaan tietoa askellajien ja esteominaisuuksien periytyvyydestä suomenhevosilla. Vastaavia tutkimuksia on tehty aiemmin puoliverisillä ratsuhevosilla, mutta suomenhevosten osalta tämä on vielä tutkimaton aihe.

2 KATSAUS KIRJALLISUUTEEN

2.1 Suomenhevonen

2.1.1 Suomenhevosen historiaa

Varhaisimmat jäljet hevosista Suomessa sijoittuvat pronssikaudelle 2800–2500 vuoden taakse (Viranta-Kovanen ja Mannermaa 2013). Suomessa ei tiettävästi ole koskaan ollut villihevosia, vaan ihmiset ovat kuljettaneet ensimmäiset hevoset Suomeen (Viranta-Kovanen ja Mannermaa 2013). Suomenhevonen on kehittynyt pohjoiseurooppalaisesta metsähevosesta, kuten useat muutkin pohjoismaiset alkuperäisrodut, esimerkiksi Norjan vuonohevonen ja islanninhevonen (Saastamoinen 2007). Suomalaiseen hevoskantaan risteytettiin erityisesti 1600–1800-luvuilla eurooppalaisia-, venäläisiä- sekä baltialaisia hevosrotuja (Saastamoinen 2007). Suomenhevosten kantakirja on perustettu vuonna 1907, ja tästä on alkanut puhdasrotuisen suomenhevoskannan jalostus. Suomenhevosen jalostusvalinnan kohteina ovat 1920-luvulta asti olleet suorituskyky, luonne, rakenne ja liikkeet (Suomen Hippos ry 2014).

Suomenhevosten määrä oli suurimmillaan 1950-luvulla, noin 408 000 yksilöä. Maatalouden ja metsänkorjuun koneellistumisen jälkeen kannan romahdus oli nopeaa; vuonna 1980 suomenhevosia oli enää 19 700 yksilöä. 2000-luvun alkupuolella suomenhevosten määrä on vakiintunut noin 19 000 yksilöön (Suomen Hippos ry 2016).

2.1.2 Rotumääritelmä

Suomenhevosen rotumääritelmän mukaan ”Suomenhevonen on keskikokoinen, hyvä-ryhtinen ja melko vankka. Sen pää on kuiva ja suora, kaula melko tukeva ja runko pyöreä ja pitkä. Se on luonteeltaan yhteistyöhaluinen, pyrkivä ja nöyrä ja sillä on selvä sukupuolileima.” (Suomen Hippos ry 2014). Suomenhevosten tulisi olla rakenteeltaan kestäviä ja luonteeltaan mukavia käyttötarkoituksesta riippumatta.

Vuodesta 1924 alkaen suomenhevoset on jaettu eri kantakirjaluokkiin käyttötarkoituksensa mukaan, aluksi työ- ja yleishevostyyppiin. Kantakirjaluokat ovat vuosikymmenten saatossa muuttuneet saavuttaen nykymuotonsa vuonna 1971 (Suomen Hippos ry 2016). Rotumääritelmässä suomenhevosen käyttötarkoituksesta todetaan seuraavaa: ”Suomenhevosen laatutyyppi tukee sen käyttötarkoitusta. Juoksijahevonen on kevytmuotoinen, mutta kuitenkin lihaksikas. Runko ja jalat ovat melko pitkät. Ratsuhevonen on ryhdikäs, pienipäinen, pitkäkaulainen ja viistolapainen, säkä on selväpiirteinen, runko ei ole kovin pitkä. Työhevonen on jykevä ja raskasrakenteinen sekä pitkä- ja syvärunkoinen. Pienhevonen on sopusuhtaisen pieni kaikilta osiltaan. Suomenhevosta jalostetaan puhdassiitoksella juoksija-, ratsum-, työ- ja pienhevoseksi.” (Suomen Hippos ry 2014).

Suomenhevosen jalostuksessa tulisi kiinnittää huomiota rotumääritelmän mukaisesti useisiin ominaisuuksiin, jotta suomenhevosten hyvät terveys- ja luonneominaisuudet säilyisivät. Suomenhevosia ei tulisi jalostaa pelkkien suorituskäytöminäisyyksien perusteella. Rotumääritelmässä tämä todetaan

seuraavasti: ”Tavoitteena on jalostaa ja kasvattaa rotumääritelmän mukaisia monipuolisia käyttöhevosia, jotka ovat suorituskyykyisiä, helposti käsiteltäviä, hyväliikkeisiä, kestäviä ja terveitä.” (Suomen Hippos ry 2014).

2.2 Laatuarvostelu

Laatuarvostelu on vuosittain järjestettävä kilpailu nuorille, 3-5-vuotiaille suomenhevosille. Sen tarkoituksena on antaa viitteitä hevosyksilöiden kyvyistä ja vuosittain arvioida valtakunnallisesti suomenhevosratsukasvatuksen kehitystä (Ypäjän Hevosopisto 2015b). Ensimmäistä kertaa nykymuodossaan se järjestettiin vuonna 2002. Vuodesta 2007 alkaen on järjestetty karsintakilpailuja, mistä parhaat hevoset pääsevät syksyllä järjestettävään finaaliin (Suomenratsut ry 2014).

Karsintatilaisuudet järjestetään keväisin hevosalan oppilaitoksissa Harjussa, Perhossa, Ruukissa ja Ypäjällä. Vuoteen 2010 asti karsintatilaisuuksia järjestettiin myös Kiuruvedellä. Karsintatilaisuuksiin osallistuu vuosittain n. 200 kolme- ja nelivuotiaista suomenhevosta, joista noin 30 parasta kummastakin ikäluokasta valitaan finaaliin. Kunkin karsintatilaisuuden parhaimmisto pääsee finaaliin osallistujamäärään suhteutettuna (Suomenratsut ry 2014). Finaaliin pääsee myös 4-vuotiaista automaattisesti edellisen vuoden kokonaiskilpailun kolme parasta hevosta, sekä paras askellaji- ja estehevonen (Suomenratsut ry 2014). Viisivuotiaille hevosille ei järjestävä karsintoja, vaan ne ilmoitetaan suoraa finaaliin. Pääsyvaatimuksena finaaliin niillä pitää olla kilpailunäyttönä joko hyväksytty suoritus esteratsastuksessa vähintään seuratasolla 80 cm luokassa tai kouluratsastuksessa aluetasolla vähintään helppo C-luokassa (Suomenratsut ry 2014). Vuonna 2015 voimaan tulleen säännön mukaan varsoneet tammat saavat osallistua neli- ja viisivuotiaiden laatuarvosteluun vuotta vanhempina (Ypäjän Hevosopisto 2015b).

Laatuarvostelun karsintatilaisuuksissa ja finaalissa käytetään numeroskaalaa 0-10 (Ypäjän Hevosopisto 2015 a). Numeroiden sanalliset arviot vastaavat kouluratsastusarvostelu-termistöä (10: erinomainen, 9: erittäin hyvä, 8: hyvä, 7:

melko hyvä, 6: tyydyttävä, 5: välttävä, 4: heikko, 3: melko huono, 2: huono, 1: erittäin huono, 0: ei esitetty). Arvioinneissa voidaan käyttää myös neljäsosa numeroita: esimerkiksi 7+ vastaa arvoa 7,25. Hevoset saavat suorituksistaan lisäksi lyhyen sanallisen arvion (Ypäjän Hevosopisto 2015a).

Laatuarvostelukarsinnoissa kolmivuotiaiden askellajit arvioidaan irtohypytyksen yhteydessä ja verryttelyn aikana. Hypytyksen päätteeksi laukkaa arvioidaan vielä erikseen irtohypytyksessä (Ypäjän Hevosopisto 2015a). Mikäli hevonen ei ole malttanut esittää vapaana ollessaan käyntiä ja ravia, voidaan niitä esittää lopuksi taluttaen. Askellajien arvostelukohdat ovat käynti, ravi ja laukka. Kaikissa askellajeissa huomiota kiinnitetään erityisesti liikkeen puhtauteen ja tasapainoon (Ypäjän Hevosopisto 2015a). Käynnissä arvostellaan edellä mainittujen lisäksi askellajin irtonaisuutta, tarmokkuutta ja matkaavoittavuutta. Tuomari kiinnittää ravia arvostellessaan huomiota askellajin irtonaisuuteen, säännöllisyyteen, joustavuuteen, tarmokkuuteen ja tahdikkuuteen. Arvioinnissa keskitytään laukan tahdikkuuteen, keveyteen ja lennokkuuteen (Ypäjän Hevosopisto 2015a).

Nelivuotiaiden askellajit esitetään laatuarvostelukarsinnoissa ratsain 2-3 ratsukon ryhmissä. Arvostelukohdat ovat käynti, ravi, laukka ja ratsastettavuus (Ypäjän Hevosopisto 2015a). Askellajien arvostelukohdat ovat samoja kuin kolmevuotiaiden osalta. Käynti esitetään vapain ohjin hevosta häiritsemättä. Ravi esitetään keventäen kuolaintuntumalla, myös laukka esitetään kuolaintuntumalla. (Ypäjän Hevosopisto 2015a). Ratsastettavuuden arviointi perustuu ensisijaisesti hevosen eteenpäin pyrkimykseen ja yhteistyöhalukkuuteen (Ypäjän Hevosopisto 2015a).

Laatuarvostelukarsinnoissa kolme- ja nelivuotiaiden esteominaisuudet arvioidaan irtohypytyksessä, joka tapahtuu kolmen esteen pysty-pysty-okseri-sarjalla (Ypäjän Hevosopisto 2015a). Varsinaisena arvosteluesteenä on okseri ja pystyt ovat apuesteinä, joilla varmistetaan, että ponnistus okserille osuu sopivaan kohtaan. Ensimmäistä pystyä ennen on maapuomi, jonka etäisyys esteestä on noin 2,8 m, A- ja B-osan väli on noin 6,5 m ja B- ja C-osan väli on noin 7,0 m. Aloituskorkeus on C-osalla 70 cm ja sitä korotetaan vähitellen hevosen kykyjen

mukaan. Apuesteiden korkeudet ovat: A-osa noin 50 cm ja B-osa noin 70 cm. Enimmäiskorkeus kolmevuotiailla on 95 cm ja nelivuotiailla 105 cm. Arvostelukohdat sekä 3- että 4-vuotiailla ovat tekniikka, kapasiteetti, asenne sekä yhteistyöhalukkuus (Ypäjän Hevosopisto 2015 a).

Laatuarvostelufinaali järjestetään syksyisin Ypäjällä. Finaalissa kolmivuotiailta hevosilta arvostellaan rakenne, irtohypyt sekä askellajit. Nelivuotiaat suorittavat yhdistetyn rakenne- ja askellajikokeen sekä lisäksi karsinnoista poiketen estekokeen ratsain. Viisivuotiaat suorittavat laatuarvostelu-ohjelman askellajikokeena ja estekokeen ratsastajan kanssa. Kaikkien hevosryhmien arvostelussa kiinnitetään huomiota muun muassa hevosen tasapainoon, yhteistyöhalukkuuteen ja ratsastettavuuteen (Ypäjän Hevosopisto 2015 b).

Tässä työssä perehdytään tarkemmin vain kolmevuotiaiden laatuarvostelukarsintojen tuloksiin.

2.3 Suorituskykyominaisuuksien periytyvyys

Kolmevuotiaiden hevosten saamiin arvosanoihin suoritustesteissä valmennuksella ja ratsastajalla ei ole vielä niin suurta merkitystä kuin vanhempien hevosten arvosanoihin. Tämän vuoksi ne ovat luotettavampia perinnöllisen tason kuvaajia kuin vanhempana saadut arvosanat (Viklund ym. 2008). Nuorten hevosten testien ja myöhemmän kilpailu-menestyksen välillä on myös keskimääräinen tai korkea korrelaatio (Viklund ym. 2010 ja Ducro ym. 2007). Nuorten hevosten suoritustesteissä arvioitavien ominaisuuksien periytymisasteet vaihtelevat mitattavasta ominaisuudesta riippuen.

Suorituskykyominaisuuksien periytymisasteiden arviot ovat aiemmissa tutkimuksissa olleet keskinkertaisia tai korkeita. Käynnin periytymisasteen arviot vaihtelevat 0,29:n (Viklundin ym. 2008) ja 0,44:n (Becker ym. 2011) välillä, ravin periytymisasteen arviot vaihtelevat 0,38:n (Viklund ym. 2011) ja 0,50:n (Ducro ym. 2007) välillä ja laukan periytymisasteen arviot vaihtelevat 0,25:n (Ducro ym. 2007) ja 0,38:n (Furre ym. 2014, Viklund ym. 2011) välillä. Viklundin ym. (2015)

tutkimuksessa kantan kirjattujen pohjoismaisten puoliverihevosten koulukilpailutulosten periytymisasteeksi arvioitiin 0,16.

Irtohytysominaisuuksille arvioidut periytymisasteet ovat myös kohtalaisia tai korkeita. Kyvyn ja tekniikan periytymisasteen arviot vaihtelevat 0,23:sta 0,56:een (Viklund ym. 2008, Ducro ym. 2007), luonteen ja yleisvaikutelman periytymisasteet vaihtelevat 0,20:sta 0,21:een (Furre ym. 2014, Viklund ym. 2008, Viklund ym. 2011) ja este kilpailutulosten periytymisasteen arvioksi on saatu 0,27 (Viklund ym. 2015). Tarkastelluissa tutkimuksissa esitetyt periytymisasteet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Askeleiden ja esteiden ominaisuuksien periytymisasteen arviot sekä keskvirheet (SE)

Ominaisuus	Tutkimus	Periytymisaste	SE
Käynti vapaana	Becker ym. 2011	0,44	0,06
Käynti	Ducro ym. 2007	0,35	0,11
Käynti	Viklund ym. 2011	0,33	
Käynti	Viklund ym. 2008	0,29	
Käynti	Furre ym. 2014	0,34	0,02
Ravi vapaana	Becker ym. 2011	0,50	0,07
Ravi	Ducro ym. 2007	0,50	<0,06
Ravi	Viklund ym. 2011	0,38	
Ravi	Viklund ym. 2008	0,40	
Ravi	Furre ym. 2014	0,45	0,01
Laukka vapaana	Becker ym. 2011	0,37	0,06
Laukka	Ducro ym. 2007	0,25	<0,06
Laukka	Viklund ym. 2011	0,38	
Laukka	Furre ym. 2014	0,38	0,02
Kouluratsastus	Viklund ym. 2015	0,16	0,01
Tekniikka	Ducro ym. 2007	0,56	<0,06
Kyky ja tekniikka	Viklund ym. 2011	0,29	
Kyky ja tekniikka	Viklund ym. 2008	0,23	
Kyky ja tekniikka	Furre ym. 2014	0,27	0,01
Luonne irtohyp.	Furre ym. 2014	0,21	0,01
Luonne ja yleisv.	Viklund ym. 2011	0,21	
Luonne irtohyp.	Viklund ym. 2008	0,20	
Estekilpailu	Viklund ym. 2015	0,27	0,01

Geneettisten korrelaatioiden osalta ilman ratsastajaa esitettyjen hevosten käynnin ja ravin välisen geneettisen korrelaation arvioksi on saatu 0,30 ja ravin ja laukan välisen 0,80 (Becker ym. 2011). Käynnin ja laukan välillä ei havaittu merkitsevää korrelaatiota (Becker ym. 2011). Ducron ym. (2007) tutkimuksessa arvioitiin käynnin ja ravin väliseksi geneettiseksi korrelaatioksi 0,86, ravin ja laukan väliseksi korrelaatioksi 0,75, ja käynnin ja laukan väliseksi geneettiseksi korrelaatioksi 0,70. Viklundin ym. (2008) tutkimuksessa käynnin ja ravin väliseksi geneettiseksi korrelaatioksi saatiin 0,68. Käynnin ja laukan väliseksi geneettiseksi korrelaatioksi Viklund ym (2008) saivat 0,43, kun taas ravin ja laukan väliseksi korrelaatioksi 0,64.

Ducron ym. (2007) tutkimuksen mukaan käynnin ja ravin sekä esteominaisuuksien välillä on keskimäärin negatiivinen geneettinen korrelaatio. Käynnin ja este-ominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot vaihtelivat hyppyvoiman -0,42:n ja ponnistuksen -0,45:n välillä. Ravin ja ponnistuksen väliseksi geneettiseksi korrelaatioksi saatiin -0,42 ja ravin ja hyppytekniikan väliseksi korrelaatioksi -0,45. Myös Beckerin ym. (2011) tutkimuksessa saatiin negatiivisia korrelaatiota; vapaana esitetyn käynnin ja irtohypytyksen välillä -0,36 ja ravin ja irtohypytyksen välillä -0,06. Viklundin ym. (2008) tutkimuksessa tekniikan ja kyvyn irtohypytyksessä ja käynnin välillä saatiin -0,05 suuruinen geneettinen korrelaatio. Vastaava korrelaatio ravin kanssa oli 0,03.

Laukan ja irtohypytystulosten väliseksi geneettisen korrelaation arvoksi Becker ym. (2011) saivat 0,23 eli lievästi positiivisen. Myös Ducron ym. (2007) tutkimuksessa laukan ja esteominaisuuksien välinen korrelaatio oli positiivinen; laukan ja ponnistuksen välinen korrelaatio oli 0,08, laukan ja hyppytekniikan välinen 0,10 ja ponnistusvoiman ja laukan välillä geneettinen korrelaatio oli puolestaan 0,17. Tutkimuksessa havaittiin kolmen oritesteissä arvioidun esteominaisuuden (ponnistus, tekniikka ja voima) geneettisten korrelaatioiden olevan lähes samat (Ducro ym. 2007).

3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tutkimuksen tavoitteena on arvioida suomenhevosen laatuarvostelussa mitattujen ominaisuuksien periytymisasteet sekä niiden väliset geneettiset ja fenotyyppiset korrelaatiot. Tutkimuksessa tarkastellaan myös näihin ominaisuuksiin liittyvien systemaattisten tekijöiden esim. sukupuolen ja testauspaikan vaikutusta tuloksiin.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Sukupuuaineisto

Suomenhevosten laatuarvostelutulokset ja sukulaisuusaineisto saatiin Hippos ry:ltä. Sukulaisuusaineisto käsitti kaikki rekisteröidyt suomenhevoset, yhteensä 81 403 hevosta vuosilta 1864–2014. Suurin osa rekisteröidyistä varsoista (15 461 varsaa) oli syntynyt vuosina 1990–1999. 1980-luvulta alkaen rekisteröityjen varsojen määrät ovat pysyneet melko tasaisina vuosikymmenittäin tarkasteltuna. Vuosikymmenittäin syntyneiden rekisteröityjen varsojen määrät on esitetty taulukossa 2. Sukulaisuusaineisto sisälsi hevosen nimen, rekisterinumeron, isän- ja emän nimen ja rekisterinumeron, eläimen syntymäajan ja paikan.

Alkuperäisestä sukupuuaineistosta karsittiin ne eläimet, jotka eivät liittyneet arvosteluaineistossa oleviin eläimiin. Karsinta tehtiin RelaX2-ohjelmalla (Strandén ja Vuori 2006). Karsinnan jälkeen sukupuuaineistoon jäi 8 529 hevosta (taulukko 2). Ohjelman avulla muunnettiin myös alkuperäinen sekä kirjaimia että numeroita sisältänyt kantakirjatunniste numeeriseksi.

Taulukko 2. Rekisteröityjen varsojen määrää vuosikymmenittäin alkuperäisessä sukupuuaineistossa sekä lopullisessa varianssikomponenttien estimoinnissa käytetyssä aineistossa

Vuosikymmen	Koko sukupuu	Analyysissä käytetty sukupuu
1800-1899	134	4
1900-1909	225	104
1910-1919	185	123
1920-1929	241	144
1930-1939	509	264
1940-1949	1460	547
1950-1959	2675	656
1960-1969	5496	846
1970-1979	9349	1656
1980-1989	12984	724
1990-1999	15461	682
2000-2009	13338	852
2010-2014	6182	189

4.2 Laatuarvosteluaineisto

Laatuarvosteluaineisto rajattiin kolmevuotiaiden karsintatuloksiin ja se sisälsi kaikki nykymuotoisen (vuosien 2007-2014) laatuarvostelun tulokset. Laatuarvostelukarsinnoissa kolmevuotiaina arvosteltuja hevosia oli 656, joista oriita oli 226, ruunia 112 ja tammoja 216. Arvosteltuja ominaisuuksia oli yhteensä

Taulukko 3. Laatuarvostelukarsintoihin osallistuneiden hevosten ikäluokkien koko

Syntymävuosi	Lukumäärä
2004	59
2005	83
2006	82
2007	75
2008	82
2009	100
2010	78
2011	97
yhteensä	656

kuusi: käynti, ravi, laukka, hyppytekniikka, kapasiteetti sekä asenne ja yhteistyöhalukkuus. Vanhimmat arvostellut hevoset olivat syntyneet vuonna 2004 ja nuorimmat hevoset 2011. Laatuarvosteluun osallistuneiden hevosten määrät olivat pysyneet melko tasaisina, vaihdellen vuoden 2004 59 osallistujan ja vuoden 2009 100 osallistujan välillä (taulukko 3).

4.3 Tilastolliset menetelmät

Eri ominaisuuksiin vaikuttavien systemaattisten tekijöiden tilastolliset merkitsevyystasot testattiin joko yksisuuntaisen varianssianalyysin (one-way ANOVA) tai t-testin avulla riippuen luokkien lukumäärästä (SPSS-ohjelmisto). Lopullinen malli varianssikomponenttien arviointia varten saatiin käyttämällä ”taaksepäin askeltavaa yleistä lineaarista mallia” (backward selection in general

linear models; SPSS-ohjelmisto). Testauspaikkoja oli neljä: Harju, Perho, Ruukki ja Ypääjä. Sukupuolia oli kolme: ori, tamma ja ruuna. Syntymäajankohta jaettiin kolmeen luokkaan: kevät, kesä ja syksy. Testattavat hevoset jaettiin koon suhteen kahteen luokkaan: pienhevonen (säkäkorkeus alle 148 cm) ja iso hevonen (yli 148 cm). Varianssikomponentit arvioitiin Restricted Maximum Likelihood (REML) -menetelmällä (DMU-ohjelma, Madsen ja Jensen 2013). Ominaisuudet analysoitiin sekä yksitellen että pareittain.

4.4 Mallit

Varianssikomponenttien estimoinnissa käytettiin seuraavia malleja. Malleissa a tarkoittaa eläinvaikutusta ja sen oletetaan noudattavan normaalijakaumaa $\sim N(0, A\sigma_a^2)$, missä A on sukulaisuusmatriisi ja σ_a^2 on additiivinen geneettinen varianssi.

Käyntiä sekä ravia selittävään malliin huomioitiin hevosen koko sekä testauspaikka (testp):

$$y_{ijk} = \mu + \text{koko}_i + \text{testp}_j + a_{ijk} + e_{ijk}$$

Laukkaa selittävään malliin huomioitiin sukupuoli (sp), testauspaikka sekä syntymäajankohta (sa):

$$y_{ijkl} = \mu + \text{sp}_i + \text{testp}_j + \text{sa}_k + a_{ijkl} + e_{ijkl}$$

Hyppykykyä selittävään malliin huomioitiin hevosen koko, sukupuoli sekä testauspaikka:

$$y_{ijkl} = \mu + \text{koko}_i + \text{testp}_j + \text{sp}_k + a_{ijkl} + e_{ijkl}$$

Tekniikan osalta mallissa huomioitiin sukupuoli ja testauspaikka:

$$y_{ijk} = \mu + \text{testp}_i + \text{sp}_j + a_{ijk} + e_{ijk}$$

Luonne ja yhteistyöhalukkuus irtohypytyksessä osalta mallissa huomioitiin vain testauspaikka:

$$y_{ij} = \mu + \text{testp}_i + a_{ij} + e_{ij}$$

5 TULOKSET

5.1 Keskiarvot ja hajonnat

Esteominaisuuksien arvosanat vaihtelivat 0 ja 10 välillä, askellajien arvosanat puolestaan 4 ja 10 välillä. Laatuarvostelutulosten keskiarvot, minimi- ja maksimiarvot sekä keskihajonta on esitetty taulukossa 4. Esteominaisuuksissa; hyppykyvyssä, tekniikassa ja asenteessa oli enemmän hajontaa kuin askellajeissa, koska niissä oli suuremmat vaihteluvälit. Kolme hevosta oli saanut kaikista esteominaisuuksista 0 pistettä. Keskiarvoltaan parhaat pisteet on saatu asenteesta irtohypytyksessä, huonoimmat taas käynnistä. Ravista ja laukasta yksikään hevonen ei ollut saanut kymmentä pistettä, mutta kaikissa muissa ominaisuuksissa 10 oli annettu parhaille hevosille.

Taulukko 4. Laatuarvosteluaineiston tunnusluvut

	Havaintoja	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Hajonta
Käynti	655	7,08	4	10	1,02
Ravi	655	7,14	4	9,5	0,90
Laukka	655	7,19	4	9,5	0,92
Hyppykyky	655	7,36	0	10	1,40
Tekniikka	655	7,36	0	10	1,22
Asenne	655	7,61	0	10	1,23

5.2 Kiinteiden tekijöiden vaikutus

5.2.1 Sukupuolen vaikutus

Tutkielmassa käytettiin kolmea eri sukupuolta: tammät, oriit ja ruunät. F-testiin perustuen sukupuolten välillä oli merkitseviä eroja hyppykyvyssä (P-arvo = 0,003) (taulukko 5). Suurin ero hyppykyvyssä oli oriiden ja tammojen välillä; oriit saivat keskimäärin 0.33 korkeampia tuloksia hyppykyvystä kuin tammät ja ruunät (taulukko 6). Orien ja ruunien välinen ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti yhtä merkitsevä kuin orien ja tammojen välillä. Tammojen ja ruunien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Taulukko 5. Yksisuuntainen varianssianalyysi sukupuolen vaikutuksesta hyppykykyyn

	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliösummat	F-testi	P-arvo
Ryhmién välinen	14,612	2	7,306	5,855	0,003
Ryhmién sisäinen	762,455	611	1,248		
Kokonaisvarianssi	777,066	613			

Taulukko 6. Erot eri sukupuolten välillä hyppykyvyssä.

Vertailu	Ero ¹	Keskivirhe	P-arvo
Ori - tamma	0,33	0,10	0,003
Ori - ruuna	0,31	0,13	0,055
Tamma - ruuna	-0,24	0,13	0,980

¹Ero tarkoittaa ensimmäisenä ilmoitetun ja jälkimmäisenä ilmoitetun sukupuolen tulosten keskiarvojen erotusta.

Taulukko 7. Yksisuuntainen varianssianalyysi sukupuolen vaikutuksesta hyppytekniikkaan

	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliösummat	F-testi	P-arvo
Ryhmien välinen	22,876	2	11,438	7,842	<0,001
Ryhmien sisäinen	892,688	612	1,459		
Kokonaisvarianssi	915,565	614			

Taulukko 8. Erot eri sukupuolten välillä hyppytekniikassa

Vertailu	Ero ¹	Keskivirhe	P-arvo
Ori-tamma	0,42	0,11	<0,001
Ori-ruuna	0,37	0,14	0,028
Tamma-ruuna	-0,05	0,14	0,930

¹Ero tarkoittaa ensimmäisenä ilmoitetun ja jälkimmäisenä ilmoitetun sukupuolen tulosten keskiarvojen erotusta.

Hyppytekniikassa sukupuolten välinen ero oli erittäin merkitsevä (P-arvo < 0,001) (taulukko 7). Oriit saivat 0,42 pistettä parempia tuloksia kuin tammat. Myös oriiden ja ruunien välillä ero, 0,37 pistettä, oli merkitsevä. Ruunien ja tammojen välillä ei ollut merkitsevää eroa (taulukko 8).

Sukupuolten välillä ei ollut merkitseviä eroja luonne ja yhteistyökykyyn irtohypytyksessä-ominaisuuden osalta (taulukko 9). Sukupuolella ei ollut myöskään tilastollista merkitystä käynnistä (taulukko 10) tai ravista (taulukko 11) saatuihin pisteisiin.

Taulukko 9. Yksisuuntainen varianssianalyysi sukupuolen vaikutuksesta luonne ja yhteistyökykyyn irtohypytyksessä

	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliösummat	F-testi	P-arvo
Ryhmiä välinen	2,798	2	1,399	930	0,395
Ryhmiä sisäinen	920,705	612	1,504		
Kokonaisvarianssi	923,503	614			

Taulukko 10. Yksisuuntainen varianssianalyysi sukupuolen vaikutuksesta käyntiin

	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliösummat	F-testi	P-arvo
Ryhmiä välinen	0,804	2	0,402	0,448	0,639
Ryhmiä sisäinen	549,588	612	0,898		
Kokonaisvarianssi	550,392	614			

Taulukko 11. Yksisuuntainen varianssianalyysi sukupuolen vaikutuksesta raviin.

	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliösummat	F-testi	P-arvo
Ryhmiä välinen	2,243	2	1,122	1,399	0,248
Ryhmiä sisäinen	490,483	612	0,801		
Kokonaisvarianssi	492,726	614			

Laukassa sukupuolten välinen ero oli erittäin merkitsevä (P-arvo < 0,001) (taulukko 12). Oriit saivat 0,42 pistettä parempia tuloksia kuin tammat. Myös oriiden ja ruunien välillä ero oli merkitsevä (0,40 pistettä). Ruunien ja tammojen välillä ei ollut merkitsevää eroa (taulukko 13).

Taulukko 12. Yksisuuntainen varianssianalyysi sukupuolen vaikutuksesta laukkaan.

	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliösummat	F-testi	P-arvo
Ryhmien välinen	24,251	2	12,125	15,044	<0,001
Ryhmien sisäinen	493,258	612	0,806		
Kokonaisvarianssi	517,509	614			

Taulukko 13. Erot eri sukupuolten välillä laukassa.

Vertailu	Ero ¹	Keskivirhe	P-Arvo
ori-tamma	0,42	0,08	<0,001
ori-ruuna	0,40	0,11	0,001
tamma-ruuna	-0,02	0,11	0,974

¹Ero tarkoittaa ensimmäisenä ilmoitetun ja jälkimmäisenä ilmoitetun sukupuolen tulosten keskiarvojen erotusta.

5.2.2 Testauspaikan vaikutus

Testaus suoritettiin viidessä eri paikassa: Ypjä, Harju, Ruukki, Perho ja Kiuruvesi. F-testiin perustuen testauspaikkojen välillä oli merkitseviä eroja hyppykyvyssä (P-arvo = 0,004) (taulukko 14). Ypjäällä annettiin hyppykykyominaisuudesta 0,31 pistettä huonompia arvosanoja kuin Harjussa, kun taas Harjussa annettiin 0,43 pistettä parempia arvosanoja kuin Perhossa. Muiden testauspaikkojen osalta erot eivät olleet merkitseviä (taulukko 15).

Taulukko 14. Yksisuuntainen varianssianalyysi testauspaikan vaikutuksesta hyppykykyyn.

	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliösummat	F-testi	P-arvo
Ryhmien välinen	19,654	4	4,914	3,951	0,004
Ryhmien sisäinen	757,412	609	1,244		
Kokonaisvarianssi	777,066	613			

Taulukko 15. Erot eri testauspaikkojen välillä hyppykyvyssä.

Vertailu	Ero ¹	Keskivirhe	P-Arvo
Ypäjä-Harju	-0,31	0,11	0,035
Ypäjä-Ruukki	0,22	0,20	0,804
Ypäjä-Perho	0,11	0,14	0,926
Ypäjä-Kiuruvesi	0,35	0,24	0,589
Harju-Ruukki	0,53	0,21	0,081
Harju-Perho	0,43	0,15	0,046
Harju-Kiuruvesi	0,66	0,25	0,061
Ruukki-Perho	-0,11	0,23	0,990
Ruukki-Kiuruvesi	0,13	0,30	0,992
Perho-Kiuruvesi	0,24	0,64	0,898

¹Ero tarkoittaa ensimmäisenä ilmoitetun ja jälkimmäisenä ilmoitetun testauspaikan tulosten keskiarvojen erotusta

Taulukko 16. Yksisuuntainen varianssianalyysi testauspaikan vaikutuksesta hyppytekniikkaan.

	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliösummat	F-testi	P-arvo
Ryhmiä välinen	21,016	4	5,254	3,583	0,004
Ryhmiä sisäinen	894,549	610	1,466		
Kokonaisvarianssi	915,565	614			

Taulukko 17. Erot eri testauspaikkojen välillä hyppytekniikassa.

Vertailu	Ero ¹	Keskivirhe	P-Arvo
Ypäjä-Harju	-0,30	0,12	0,080
Ypäjä-Ruukki	0,15	0,22	0,953
Ypäjä-Perho	0,14	0,15	0,877
Ypäjä-Kiuruvesi	0,47	0,26	0,380
Harju-Ruukki	0,53	0,21	0,081
Harju-Perho	0,45	0,17	0,059
Harju-Kiuruvesi	0,77	0,27	0,031
Ruukki-Perho	-0,11	0,25	1,000
Ruukki-Kiuruvesi	0,31	0,33	0,871
Perho-Kiuruvesi	0,32	0,29	0,790

¹Ero tarkoittaa ensimmäisenä ilmoitetun ja jälkimmäisenä ilmoitetun testauspaikan tulosten keskiarvojen erotusta

Hyppytekniikassa testauspaikkojen välinen ero oli merkitsevä (P-arvo = 0,004) (taulukko 16). Harjussa annettiin hyppytekniikasta 0,77 pistettä parempia arvosanoja kuin Kiuruvedellä. Muiden testauspaikkojen osalta erot eivät olleet merkitseviä (taulukko 17).

Luonteesta ja yhteistyökyvystä irtohypytyksessä annetuissa pisteissä testauspaikkojen välinen ero oli F-testiin perustuen tilastollisesti merkitsevä (P-arvo = 0,036) (taulukko 18), mutta parittaiset testit eivät kuitenkaan löytäneet tilastollisesti merkitseviä eroja eri testauspaikkojen väliltä. Sama havaittiin myös käynnin osalta (taulukko 19).

Taulukko 18. Yksisuuntainen varianssianalyysi testauspaikan vaikutuksesta luonteeseen ja yhteistyökykyyn irtohypytyksessä.

	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliösummat	F-testi	P-arvo
Ryhmiä välinen	15,391	4	3,848	2,585	0,036
Ryhmiä sisäinen	908,112	610	1,489		
Kokonaisvarienssi	923,503	614			

Taulukko 19. Yksisuuntainen varianssianalyysi testauspaikan vaikutuksesta käynnissä.

	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliösummat	F-testi	P-arvo
Ryhmien välinen	9,637	4	2,409	2,718	0,029
Ryhmien sisäinen	540,755	610	0,886		
Kokonaisvarienssi	550,392	614			

Ravissa testauspaikkojen välinen ero oli erittäin merkitsevä (P-arvo < 0,001) (taulukko 20); Harjussa annettiin ravista 0,45 pistettä korkeampia numeroita kuin Ypäjällä ja 0,61 pistettä korkeampia arvosanoja kuin Ruukissa. Muiden testauspaikkojen osalta erot eivät olleet merkitseviä (taulukko 21).

Taulukko 20. Yksisuuntainen varianssianalyysi testauspaikan vaikutuksesta raviin.

	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliösummat	F-testi	P-arvo
Ryhmien välinen	24,541	4	6,135	7,994	< 0,001
Ryhmien sisäinen	468,185	610	0,768		
Kokonaisvarienssi	492,726	614			

Taulukko 21. Erot eri testauspaikkojen välillä ravissa.

Vertailu	Ero ¹	Keskivirhe	P-Arvo
Ypäjä-Harju	-0,45*	0,09	< 0,001
Ypäjä-Ruukki	0,13	0,16	0,862
Ypäjä-Perho	-0,06	0,11	0,987
Ypäjä-Kiuruvesi	-0,16	0,19	0,909
Harju-Ruukki	0,61*	0,16	0,002
Harju-Perho	0,40	0,12	0,090
Harju-Kiuruvesi	0,29	0,20	0,578
Ruukki-Perho	-0,21	0,18	0,765
Ruukki-Kiuruvesi	-0,32	0,24	0,661
Perho-Kiuruvesi	-0,11	0,21	0,985

¹Ero tarkoittaa ensimmäisenä ilmoitetun ja jälkimmäisenä ilmoitetun testauspaikan tulosten keskiarvojen erotusta

Myös laukassa testauspaikkojen välinen ero oli erittäin merkitsevä (P-arvo < 0,001) (taulukko 22); Harjussa annettiin laukasta 0,35 pistettä korkeampia numeroita kuin Ypäjällä ja 0,43 pistettä korkeampia arvosanoja kuin Ruukissa. Muiden testauspaikkojen osalta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (taulukko 23).

Taulukko 22. Yksisuuntainen varianssianalyysi testauspaikan vaikutuksesta laukkaan.

	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliösummat	F-testi	P-arvo
Ryhmien välinen	17,338	4	4,334	5,286	<0,001
Ryhmien sisäinen	500,171	610	0,820		
Kokonaisvarienssi	517,509	614			

Taulukko 23. Erot eri testauspaikkojen välillä laukassa

Vertailu	Keskiarvojen ero ¹	Keskivirhe	P-Arvo
Ypäjä-Harju	-0,35	0,09	0,001
Ypäjä-Ruukki	0,16	0,16	1,00
Ypäjä-Perho	0,09	0,11	0,939
Ypäjä-Kiuruvesi	-0,37	0,20	0,324
Harju-Ruukki	0,36	0,17	0,206
Harju-Perho	0,43	0,13	0,05
Harju-Kiuruvesi	-0,23	0,20	1,00
Ruukki-Perho	0,07	0,18	0,995
Ruukki-Kiuruvesi	-0,39	0,24	0,507
Perho-Kiuruvesi	-0,46	0,21	0,209

¹Ero tarkoittaa ensimmäisenä ilmoitetun ja jälkimmäisenä ilmoitetun testauspaikan tulosten keskiarvojen erotusta

Taulukko 24. Yksisuuntainen varianssianalyysi syntymävuodenajan vaikutuksesta laukassa.

	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliösummat	F-testi	P-arvo
Ryhmiä välinen	6,015	2	3,008	3,599	0,028
Ryhmiä sisäinen	511,493	612	0,836		
Kokonaisvariassi	517,509	614			

5.2.3 Syntymävuodenajan vaikutus

Tutkimuksessa käytettiin kolmea eri syntymävuodenaikaa; kevät, kesä ja syksy. Laukassa syntymävuodenaikojen välinen ero oli merkitsevä (P-arvo = 0,028) (taulukko 24). Parittaisessa testauksessa eri vuodenaikojen välillä ei kuitenkaan havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja. Muihin ominaisuuksiin syntymävuodenajalla ei ollut merkitsevää vaikutusta.

Yhteenvetona kiinteistä tekijöistä voidaan sanoa, että oriit olivat saaneet keskimäärin parempia tuloksia laukasta, hyppykyvystä ja hyppytekniikasta kuin tammat ja ruunat. Käyntiin, raviin ja yhteistyöhalukkuuteen sukupuolella ei ollut vaikutusta. Tammojen ja ruunien välillä ei merkitsevää eroa missään ominaisuudessa. Kaikista ominaisuuksista oli annettu parhaat pisteet Harjussa. Hyppykyvystä ja ravista oli annettu huonoimmat pisteet Ypäjällä. Muiden testauspaikkojen välillä ei ollut havaittavissa merkitseviä eroja. Syntymävuodenajalla oli merkitsevä vaikutus laukasta saatuihin pisteisiin. Keväällä syntyneet olivat saaneet hieman parempia arvosanoja kuin kesällä syntyneet, mutta ero ei ollut merkitsevällä tasolla. Muita merkitseviä eroja ei ollut.

5.3 Periytymisasteiden arviot

Periytymisasteiden arviot vaihtelivat 0,09:n ja 0,24:n välillä. Askellajien periytymisasteiden arvioissa oli enemmän vaihtelua, esteominaisuuksien arvioiden ollessa melko tasaisia. Kahden ominaisuuden analyysin kohdalla

periytymisasteiden arvioihin vaikutti myös se, minkä ominaisuuden kanssa se oli arvioitu. Periytymisasteiden arviot keskivirheineen on esitetty taulukossa 25.

Askellajeista korkein periytymisasteen arvio saatiin raville (0,24) ja matalin käynnille (0,09). Laukan periytymisasteen arvioksi saatiin 0,12. Kahden ominaisuuden samanaikaisessa analyysissä ravin periytymisasteen arviot vaihtelivat 0,23:n ja 0,26:n välillä, laukan periytymisasteen arviot vaihtelivat 0,12:n ja 0,13:n välillä ja käynnin 0,06:n ja 0,10:n välillä. Askellajien periytymisasteen ennusteiden keskivirheet vaihtelivat yhden ominaisuuden mallissa laukan 0,08:n ja ravin 0,10:n välillä. Kahden ominaisuuden samanaikaisessa analyysissä keskivirheet olivat samalla tasolla kuin yhden ominaisuuden mallissa, vaihdellen käynnin ja ravin 0,08:n ja ravin ja laukan 0,10:n välillä.

Esteominaisuuksien periytymisasteen arviot olivat tasaisia. Esteominaisuuksista korkein arvio saatiin asenteelle (0,13) ja matalin tekniikalle sekä hyppykyvyille (0,11). Kahden ominaisuuden samanaikaisessa analyysissä hyppykyvyn periytymisasteen arviot vaihtelivat 0,09:n ja 0,11:n välillä, hyppytekniikan periytymisasteen arviot vaihtelivat 0,10:n ja 0,12:n välillä sekä asenteen ja yhteistyöhalukkuuden 0,12:n ja 0,14:n välillä. Esteominaisuuksien

Taulukko 25. Askel- ja hyppyominaisuuksien periytymisasteiden arviot keskivirheineen yhden ominaisuuden ja kahden ominaisuuden malleissa.

	yksi ominaisuus	käynti	ravi	laukka	hyppykyky	tekniikka	asenne
käynti ¹	0,09±0,09		0,06±0,08	0,09±0,09	0,10±0,09	0,10±0,09	0,08±0,09
ravi	0,24±0,10	0,23±0,10		0,26±0,10	0,23±0,10	0,24±0,10	0,23±0,10
laukka	0,12±0,08	0,12±0,08	0,12±0,08		0,12±0,08	0,13±0,08	0,13±0,08
hyp.kyky	0,11±0,09	0,11±0,09	0,09±0,08	0,10±0,08		0,08±0,02	0,09±0,08
tekniikka	0,11±0,09	0,12±0,09	0,09±0,08	0,12±0,09	0,11±0,09		0,11±0,09
asenne	0,13±0,10	0,12±0,09	0,11±0,09	0,13±0,10	0,14±0,10	0,12±0,09	

¹Kunkin ominaisuuden periytymisasteen arviot on esitetty riveittäin, ensin arvio yhden ominaisuuden mallista ja sen jälkeen kahden ominaisuuden malleista.

periytymisasteiden arvioiden keskivirheet olivat hieman matalampia kuin askellajien vastaavat. Keskivirheet vaihtelivat yhden ominaisuuden mallissa tekniikan 0,09:n ja asenteen ja yhteistyöhalukkuuden 0,10:n välillä. Kahden ominaisuuden samanaikaisessa analyysissä keskivirheet vaihtelivat tekniikan ja hyppykyvyn 0,08:n ja asenteen ja tekniikan 0,09:n välillä.

5.4 Geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot

Suurimmat geneettiset korrelaatiot saatiin ravin ja käynnin välille (0,99) ja tekniikan sekä hyppykyvyn välille (0,99). Pienimmät geneettiset korrelaatiot saatiin askellajien ja esteominaisuuksien välillä; hyppykyvyn ja käynnin välinen geneettiset korrelaatio oli 0,02. Geneettisten korrelaatioiden arvioihin liittyy suuri epävarmuus, koska keskivirheet olivat myös suuria eli 0,26:n ja 0,62:n välillä.

Fenotyypiset korrelaatiot vaihtelivat 0,18:n ja 0,89:n välillä (taulukko 26). Suurimmat fenotyypiset korrelaatiot saatiin tekniikan ja hyppykyvyn (0,89) sekä asenteen ja tekniikan (0,81) välille, pienimmät puolestaan hyppytekniikan ja käynnin (0,18) sekä asenteen ja käynnin (0,19) välille.

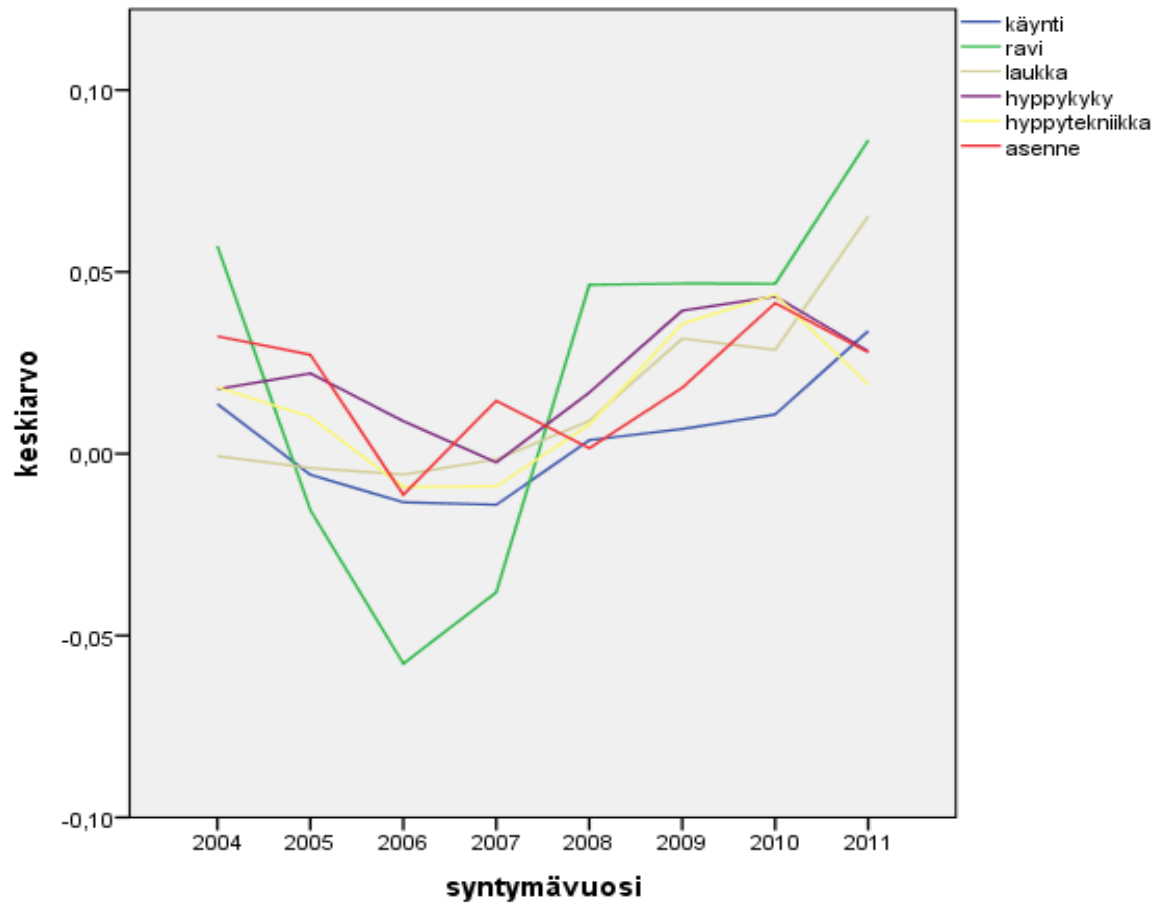
Taulukko 26. Ominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot keskivirheineen (diagonaalin alapuoli) sekä fenotyypiset korrelaation (diagonaalin yläpuoli)

	Käynti	Ravi	Laukka	Hyppykyky	Tekniikka	Asenne
Käynti		0,55	0,47	0,21	0,18	0,19
Ravi	0,99±0,43		0,61	0,29	0,33	0,23
Laukka	0,53±0,42	0,60±0,26		0,40	0,46	0,37
Hyppykyky	0,02±0,60	0,57±0,43	0,60±0,44		0,89	0,78
Tekniikka	0,17±0,62	0,49±0,40	0,38±0,45	0,99±0,09		0,81
Asenne	0,37±0,62	0,39±0,40	0,27±0,46	0,65±0,30	0,96±0,14	

5.5 Jalostusarvojen keskiarvot

Kuvassa 27 on esitetty jalostusarvojen keskiarvot hevosen syntymävuoden mukaan. Jalostusarvojen keskiarvojen keskivirheet (SE) vaihtelivat 0,22-0,49 välillä. Suurinta vaihtelua vuosien välillä havaitaan ravin jalostusarvon keskiarvossa. Kaikkien ominaisuuksien keskiarvoissa näkyy laskua vuosina 2006 ja 2007, mutta keskiarvot nousevat vuoteen 2009 mennessä laskua edeltäneelle tasolle. Vaikka eri vuosina syntyneiden hevosten jalostusarvojen keskiarvoissa on eroa, keskiarvon vaihtelu sisältyy satunnaiseen vaihtelun sisään (keskiarvojen erotus verrattuna keskiarvojen keskivirheeseen).

Kuva 27. Ominaisuuksien jalostusarvojen keskiarvot esitettynä hevosen syntymävuoden mukaan.



6. TULOSTEN TARKASTELU

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin suomenhevosten askel- ja hyppyominaisuuksien periytyvyyttä. Laatuarvostelukarsintatilaisuuksia järjestetään hevosalan oppilaitoksissa eri puolilla suomea; Harjussa, Perhossa, Ruukissa ja Ypäjällä, sekä vuoteen 2010 asti myös Kiuruvedellä. Testeissä hevonen esittää askellajit vapaana, tarvittaessa käyntiä ja ravia talutettuna sekä hyppää estesuoraa irtohyppytskujassa. Hevosia arvostelevat tuomarit vaihtelevat vuosien ja testauspaikkojen välillä. Karsintatilaisuuksien tuomareista ei ole tilastoja saatavilla, eli sitä, kuka on arvostellut milläkin paikkakunnalla, ei voida ottaa analyyseissä huomioon. Tuloksien luotettavuutta parantaisi, jos jatkossa tilaisuudessa arvostelleet tuomarit ilmoitettaisiin tulosluettelossa, jolloin sen voisi huomioida analyyseissä. Tuomareiden arvosteluskaalaa voisi yhtenäistää koulutusten avulla tai tilaisuudessa voisi olla nykyistä enemmän tuomareita, jolloin yksittäisen tuomarin näkemys ei vaikuttaisi niin paljon hevosen saamiin pisteisiin.

Laatuarvostelutapahtumia on järjestetty nykyisessä muodossaan vasta vuodesta 2007 alkaen, joten aineisto on suhteellisen pieni, 656 hevosta. Vaihtelevista testausoloista ja tuomareista sekä aineiston pienestä koosta johtuen tulosten keskivirheet olivat melko suuria, mikä heikentää tulosten luotettavuutta. Laatuarvosteluaineistoa rajattiin käsittelemään kolmevuotiaiden hevosten karsintatuloksia. Tämä luonnollisesti pienensi aineiston kokoa, mutta tällöin tulokset ovat paremmin vertailukelpoisia keskenään, sillä eri-ikäisten hevosten testit poikkeavat toisistaan. Sukupuuaineisto oli sen sijaan hyvin laaja ja se kattaa kaikki rekisteröidyt suomenhevokset. Sukupuuaineistosta karsittiin pois ne hevokset, jotka eivät olleet sukua laatuarvosteluaineistossa olleille hevosille.

Oriit olivat saaneet keskimäärin parempia tuloksia laukasta, hyppykyvystä ja hyppytekniikasta kuin tammät ja ruunat. Laukasta oriit olivat saaneet 0,42 pistettä paremmat arvosanat kuin tammät ja 0,40 pistettä paremmat arvosanat kuin ruunat. Hyppykyvystä ja hyppytekniikasta oriit olivat saaneet keskimäärin 0,42-0,33 pistettä parempia arvosanoja kuin tammät ja 0,37-0,31 pistettä parempia

arvosanoja kuin ruunat. Tammojen ja ruunien välillä ei ollut merkitsevää eroa missään ominaisuudessa.

Tulokset ovat oriiden osalta melko hyvin linjassa Viklundin ym. (2008) tulosten kanssa. Viklundin ym. (2008) tutkimuksessa oriit olivat saaneet laukasta keskimäärin 0,33 pistettä paremman arvosanan kuin tammat ja ruunat. Oriit olivat saaneet Viklundin ym. (2008) tutkimuksessa tekniikasta ja hyppykyvystä keskimäärin 0,14 pistettä paremman arvosanan kuin tammat. Käynnistä oriit olivat saaneet keskimäärin 0,09 pistettä matalampia arvosanoja kuin tammat.

Viklundin ym. (2008) tutkimuksessa ruunat olivat saaneet keskimäärin heikoimpia tuloksia; käynnistä 0,04 pistettä, ravista 0,11 pistettä sekä hyppykyvystä ja tekniikasta 0,04 pistettä matalammat arvosanat kuin tammat. Viklundin ym. (2008) tutkimuksessa oriiden parempia tuloksia selitetään sillä, että vain parhaat yksilöt on jätetty oreiksi, keskinkertaisemmat yksilöt ovat ruunattu jo ennen testejä. Tässä tutkimuksessa ruunien ja tammojen saamien arvosanojen välillä ei ollut merkitseviä eroja. Käyttämässäni aineistossa arvostelluista hevosista suurin osa oli oriita 226 kpl, ruunia oli 112 kpl ja tammoja 216 kpl. Oriiden suuri osuus voi selittyä sillä, että mahdollisille jalostusoreille halutaan näkyvyyttä ja tuloksia enemmän kuin ruunille ja tammoille.

Testauspaikkojen väleillä oli myös eroja annettujen pisteiden keskiarvoissa. Harjussa on annettu keskimäärin korkeimmat pisteet, matalimmat taas Ruukissa ja Ypäjällä. Tämä johtuu luultavasti siitä, että eri paikkakunnilla käytetään eri tuomareita. Tällä ei ole merkitystä hevosten finaaliin pääsyn kannalta, sillä eri paikkakunnilta finaaliin pääsevien hevosten määrä on suhteessa karsinnan osallistujamäärään, eikä hevosen saama kokonaispistemäärä vaikuta siihen. Tämän tutkimuksen tulosten kannalta hajonnalla eri paikkakuntien tuloksissa on merkitystä, sillä se lisää keskihajontaa aineistossa. Viklundin ym. (2008) tutkimuksessa oli havaittu sama ongelma. Tuomarien lisäksi syiksi eroihin esitettiin erilaisia testausolosuhteita; esimerkiksi maneesi vai kenttä, esiintymisalueen pohjamateriaali ja sää testauspäivänä.

Periytymisasteet olivat kaikissa tarkastelluissa ominaisuuksissa aikaisempien tutkimusten arvioita pienempiä. Oletettavasti malli ei pystynyt riittävän tarkkaan kuvaamaan aineistossa olevaa vaihtelua. Esimerkiksi hevosen esittäjän tai sen

kouluttamiseen käytetyn ajan vaikutusta tuloksiin ei käytettävissä olevan aineiston avulla voitu ottaa huomioon.

Tässä tutkimuksessa kaikkien askellajien periytymisasteiden arviot olivat matalia mutta geneettiset korrelaatiot olivat korkeita. Askellajien periytymisasteiden keskivirheet vaihtelivat 0,083:n ja 0,10:n välillä yhden ominaisuuden mallissa. Askellajien periytymisasteen arviot vaihtelevat muissa tutkimuksissa käynnin 0,29 (Viklund ym. 2008) ja ravin 0,49 (Becker ym. 2011) välillä, kun tässä tutkimuksessa vastaava pienin periytymisasteen arvio saatiin käynnille (0,09) ja suurin raville (0,24). Käynnin ja ravin välinen geneettinen korrelaatio sai tässä tutkimuksessa hyvin korkean arvion (0,99), kun Viklundin ym. (2008) tutkimuksessa vastaava arvo oli 0,68 ja Beckerin ym. (2011) 0,30. Käynnin ja laukan välinen korrelaatio oli Beckerin ym. (2011) tutkimuksessa -0,05, kun tässä tutkimuksessa arvo oli 0,53. Laukan ja ravin välisen geneettisen korrelaation arvot olivat hyvin linjassa muiden tutkimusten kanssa (0,61). Korkeista geneettisistä korrelaatioista voidaan päätellä että askellajiominaisuuksia säätelevät samat geenialueet. Myös askellajien fenotyyppisten korrelaatioiden osalta tässä tutkimuksessa saatiin korkeampia arvoja kuin Beckerin ym. (2011) sekä Viklundin ym (2008) tutkimuksessa. Matalista periytymisasteiden arvioista voidaan päätellä, että suomenhevosten askellajeja on vaikeampi jalostaa kuin puoliveriratsujen.

Esteominaisuuksien periytymisasteiden arviot olivat hyvin tasaisia, vaihdellen 0,11:n ja 0,13:n välillä, keskivirheiden ollessa 0,09-0,10. Esteominaisuuksien periytymisasteet olivat myös muita tutkimuksia matalampia, muissa tutkimuksissa esteominaisuuksien periytymisasteiden arviot vaihtelivat 0,23 ja 0,56 välillä (Becker ym. 2011 ja Viklund 2008). Esteominaisuuksien väliset geneettiset- ja fenotyyppiset korrelaatiot olivat korkeita 0,65–0,99. Myös korrelaatioiden keskivirheet olivat korkeita. Tekniikan ja hyppykyvyn välillä havaittiin hyvin voimakkaat geneettiset- ja fenotyyppiset korrelaatiot (0,99), näitä ominaisuuksia arvioitaessa on ehkä todellisuudessa tarkasteltu samaa ominaisuutta. Viklundin ym. tutkimuksessa (2008) hypyn tekniikka ja hyppykyky onkin käsitelty yhtenä ominaisuutena.

Esteominaisuuksien ja käynnin sekä ravin väliset geneettiset korrelaatiot ovat tässä tutkimuksessa kohtalaisia positiivisia (0,17–0,49), lukuun ottamatta käynnin ja hyppykyvyn välistä geneettistä korrelaatiota (0,02). Beckerin ym. (2011) tutkimuksessa esteominaisuuksilla oli kohtalainen tai heikko negatiivinen yhteys (-0,36 ja -0,056) käynnin ja ravin kanssa. Viklundin ym. (2008) tutkimuksessa esteominaisuuksien ja käynnin ja ravin välillä havaittiin heikko positiivinen yhteys (0,05–0,08). Laukan ja esteominaisuuksien välisen geneettisen korrelaation osalta kaikkien kolmen tutkimuksen tulokset ovat melko hyvin linjassa. Käynnin ja ravin sekä hyppykyvyn välistä heikkoa tai negatiivista yhteyttä selitetään este- ja kouluratsujen erilaisella valmentamisella. Suomenhevosilla havaitut pienemmät erot este- ja kouluratsujen välillä puoliverisiin verrattuna voidaan selittää myös sillä, että suomenhevosilla ei ole jalostettu erillisiä este- ja koulusukuja, kuten puoliverisillä usein on.

Jalostusarvojen keskiarvoissa havaittu vähäinen kehitys on selitettävissä populaation pienellä koolla sekä jalostusarvojen arvioinnin puutteella. Viklundin ym. (2015) tutkimuksessa havaittiin, että suurissa hevospopulaatioissa valintaa voidaan tehdä ankarammin, jolloin perinnöllinen edistyminen on nopeampaa ja perinnöllinen taso on korkeampi kuin pienissä populaatioissa. Perinnöllisen edistymisen nopeuteen vaikuttaa myös jalostusarvojen ennusteiden tarkkuus, mitä tarkempia jalostusarvojen ennusteet ovat, sitä suurempi perinnöllinen edistyminen voidaan saavuttaa. Koska askel- ja hyppyominaisuuksien suhteen tehty mahdollinen valinta suomenhevosella on tähän asti perustunut eläimen omaan suoritukseen, voidaan BLUP-pohjaisella arvostelulla, jossa otetaan myös eläimen sukulaisten suoritukset huomioon sekä systemaattiset ympäristötekijät, parantaa arvosteluvarmuutta ja siten myös perinnöllistä edistymistä askel- ja hyppyominaisuuksien suhteen.

7. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Laatuarvostelutilaisuudessa mitatut askel- ja hyppyominaisuudet ovat suomenhevosella kohtalaisesti periytyviä. Tosin aineiston pienuudesta johtuen saatuihin periytymisasteiden arvioihin liittyy paljon epävarmuutta (suuri keskivirhe). Eri ominaisuuksien välillä havaittiin myös voimakasta geneettistä korrelaatio ja mm. hyppykyky ja tekniikka ovatkin geneettisesti sama ominaisuus (geneettinen korrelaatio 0,99). Hyppykyky- ja tekniikka voitaisiin arvioida jatkossa yhtenä ominaisuutena. Jotta saisimme luotettavamman arvion tässä maisteritutkielmassa tarkastelluista ominaisuuksista, aineistoa määrää ja laatua tulisi lisätä. Esimerkiksi systemaattisista tekijöistä johtuvia eroja voitaisiin pienentää, jos karsinnat pidettäisiin yhdessä paikassa, ja käytännöt ja tuomarit pysyisivät samoina vuosien välillä. Hevosen esittäjä ja testiin valmistelu vaikuttavat myös tuloksiin. Näiden tekijöiden poistaminen edellyttäisi pitkää testijaksoa koeasemalla, mikä olisi nykyiseen verrattuna erittäin kallista. Testi- ja kilpailutulosten yhdistäminen parantaisi periytymisasteiden luotettavuutta käytettävissä olevalla populaatiolla. Laatuarvostelu-, kantakirjaus- ja kilpailutulosten perusteella saisi hyvän kuvan hevosen tasosta, ja näitä tuloksia voitaisiin hyödyntää jalostusvalinnassa. Tässä opinnäyttyössä arvioidut periytymisasteet ja korrelaatiot sekä systemaattisten ympäristötekijöiden vaikutusten selvittäminen antavat pohjan mahdolliselle kansalliselle BLUP-pohjaiselle jalostusarvostelulle suomenhevosen askel- ja hyppyominaisuuksille.

LÄHDELUETTELO

- Becker, A.C., Stock, K.F. & Distl, O. 2011. Genetic correlations between free movement and movement under rider in performance tests of German Warmblood horses. *Livestock Science* 142: 1/3, 245-252.15 ref .
- Ducro, B.J., Koenen, E.P.C., van Tartwijk, J.M.F.M. & van Arendonk, J.A.M. 2007. Genetic relations of First Stallion Inspection traits with dressage and show-jumping performance in competition of Dutch Warmblood horses. *Livestock Science* 107: 81-85.
- Furre, S. Viklund, Å., Heringstad, B., Philipsson, J. & Vangen O. 2014. Issue Improvement in the national genetic evaluation of warmblood riding horses by including information from related studbooks. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 64: 49-56.
- Saastamoinen, M. toim. 2007. Suomenhevonen. 247 s.
- Suomen Hippos ry 9.12.2014. suomenhevosen jalostusohjesääntö. http://www.hippos.fi/files/1456/jalohje_sh_net.pdf. Tulostettu 23.11.2015
- Suomen Hippos ry 2016. Elävä kansallisaarre. http://www.hippos.fi/jalostus_ja_nayttelyt/yleista_jalostuksesta/kantakirjarodut/suomenhevonen/historia Tulostettu 23.1.2016
- Suomenratsut ry, 2014. <http://www.suomenratsut.fi/varsastaratsuksi/laatuarvostelu>. Tulostettu 15.5.2015.
- Viklund, A., Hellsten, E. T., Nasholm, A., Strandberg, E. & Philipsson, J. 2008. Genetic parameters for traits evaluated at field tests of 3- and 4-year-old Swedish Warmblood horses. *Animal* 2:1832-1841.
- Viklund, Å., Braam, Å., Näsholm, A., Strandberg, E. & Philipsson, J. 2010. Genetic variation in competition traits at different ages and time

periods and correlations with traits at field tests of 4-year-old Swedish warmblood horses. *Animal*, 4:682–691.

Viklund, Å., Näsholm, A., Strandberg, E. & Philipsson, J. 2011 Genetic trends for performance of Swedish Warmblood horses. *Livestock Science*, 141(2/3):113-122.

Viklund, Å., Furre S., Eriksson, S., Vangen, O. & Philipsson, J. 2015. Genetic conditions of joint Nordic genetic evaluations of lifetime competition performance in warmblood sport horses. *Journal of Animal breeding and genetics*, 132:308-317.

Viranta-Kovanen, S. ja Mannermaa, K. 1.9.2013. Humman huima historia. http://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/humman_huima_historia tulostettu 12.9.2016

Ypäjän Hevosopisto 2015 a. Ohjeita suomenhevosten laatuarvostelun karsintoihin osallistuvien hevosten omistajille 2015. Tulostettu 23.11.2015

Ypäjän Hevosopisto 2015 b Laatuarvostelu
http://www.hevosopisto.fi/fin/tapahtumat/suomenratsujen_kuninkaalliset/laatuarvostelu Tulostettu 23.11.2015